

УДК 66:681.3(075.8)

В. Л. Колесников, П. П. Урбанович

Белорусский государственный технологический университет

**МЕТОДИКА И КОМПЬЮТЕРНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
В УСЛОВИЯХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

В статье описана методика комплексной оценки качества образования по дисциплине в условиях кредитно-модульной системы организации учебного процесса, основанная на использовании нечетких множеств и лингвистических переменных. Для количественного описания качественных признаков вводятся функции принадлежности в виде линейного полинома, левостороннего и правостороннего сигмоидов и колоколообразной функции Гаусса. Комплексная оценка (суперкритерий) вычисляется по алгоритму решения многокритериальных задач с использованием модифицированной функции Харрингтона, в которую введено понятие статистического веса (значимости) обобщаемых показателей. В итоговую оценку предложено включать не только накопленные знания, но и свойства личности, например, исследовательские навыки, способность к социальному взаимодействию, творческое использование базовых знаний, исследовательские навыки, склонность к плагиату, агрессивность, высокомерие, возбудимость, оптимизм.

Ключевые слова: оценка качества образования, лингвистические переменные, нечеткие множества, функции принадлежности, решение многокритериальных задач.

V. L. Kolesnikov, P. P. Urbanovich

Belarusian State Technological University

**METHODOLOGY AND COMPUTER MEANS FOR COMPREHENSIVE
EDUCATION QUALITY EVALUATION IN DISCIPLINE USING
CREDIT-MODULAR SYSTEM IN EDUCATIONAL PROCESS**

This article describes a technique of complex education quality estimation in the discipline in terms of credit-modular system used in the educational process. It is based on the use of fuzzy sets and linguistic variables. To quantify the qualitative signs, membership functions in the form of linear polynomial, left- and right- sided sigmoid and bell-shaped Gaussian functions are brought to. Comprehensive assessment (super criterion) is calculated by the algorithm for solving multicriteria problems employing modified Harrington function, in which the concept of general indicator's statistical weight (importance) is introduced. It is proposed to consider in the final assessment not only accumulated knowledge, but also personal features, both research skills, the ability for social interaction, creative use of basic knowledge and inclination to plagiarism, aggressiveness, arrogance, anxiety, optimism.

Key words: education quality evaluation, linguistic variables, fuzzy sets, membership function, the solution of multi-criteria problems.

Введение. Присоединение Беларуси к Болонскому процессу потребует пересмотра некоторых положений системы образования в стране. Одним из направлений совершенствования образования в высшей школе является применение системы зачетных единиц [1], что открывает возможность позитивного преобразования учебного процесса. Во-первых, индивидуально-ориентированная организация учебного процесса предоставляет студентам возможность составления индивидуальных учебных планов, свободного определения последовательности освоения дисциплин, самостоятельного составления личных семестровых расписаний учебных занятий.

Во-вторых, балльно-рейтинговая система оценки стимулирует повышение результатов учебной деятельности студентов.

В-третьих, предоставляет преподавателям академические свободы, в том числе, права академического выбора методики обучения.

В-четвертых, позволяет обосновать методику экономических расчетов размера платы за обучение и заработной платы преподавателей.

В отличие от традиционной системы образования, которая представляет собой «конвейер», где студент по заранее определенной траектории (общий учебный план, одинаковый для всех) движется от предмета к предмету, кредитно-модульная система позволяет набирать различные модули, помимо обязательных предметов, т. е. формировать индивидуальный учебный план, соответствующий, тем не менее, необходимому стандарту. Таким образом, у студента формируется свой образовательный

маршрут, ориентированный на индивидуальные потребности. В процессе обучения каждый студент зарабатывает кредиты, которые являются мерой трудоемкости деятельности студента.

Общий балл, выставляемый по итогам каждого курса в европейском вузе, обычно складывается из нескольких компонентов, обладающих накопительным эффектом. Например, 30% общей оценки может зависеть от академической активности студента на лекционных и семинарских занятиях, еще 30% – от результатов промежуточного испытания (выступление с докладом на семинаре, самостоятельная работа, промежуточный контроль в виде тестирования и т. п.) и только оставшиеся 40% – от экзаменационной оценки. Студент, пропустивший много занятий, не прошедший успешно промежуточный контроль, может рассчитывать только на удовлетворительную оценку на экзамене. И наоборот, студент, проявляющий активность в ходе выполнения текущих заданий и накопивший высокий рейтинг, даже в случае не совсем удачного ответа на экзамене, может получить высокую итоговую оценку.

Различий между нынешней европейской «кредитной единицей» и отечественной системой «академических часов» несколько. Во-первых, практически во всех белорусских вузах академический час включает не общую работу, а только аудиторную, если брать не стандарт, а реальные учебные планы. Во-вторых, за каждой европейской кредитной единицей стоят на самом деле не физические часы затрат, а реально освоенные знания, точнее, компетенции. Практика формирования таких компетенций нашла и у нас применение в последних стандартах учебных планов.

На практике в ходе пересчета кредитов часто оказывалось, что соотношение одного зачетного кредита к количеству часов аудиторной нагрузки в разных вузах, на разных факультетах различно и составляет от 1:18 до 1:6. Это еще раз продемонстрировало проблемы, возникающие при механическом подходе к пересчету нагрузки в кредиты. Преподаватели выпускающих специальных кафедр обращают внимание на то, что при чисто математическом подходе значительное число кредитов будет начислено на иностранный язык (6–10 ч в неделю), в то время как профильные дисциплины получают весьма незначительное количество кредитов, которое не позволит соотносить полученное нашими студентами образование с европейскими нормами. Напрашивается вывод, что количество кредитов (часов) на непрофильные дисциплины следует сократить, а количество часов на специальные дисциплины (модули),

по которым студенты прорабатывают большие объемы профессионально ориентированной информации, увеличить.

Число кредитов как мера трудоемкости должна также отражать характер содержания учебной дисциплины (учебного модуля) и степень важности данной учебной дисциплины для будущей профессиональной деятельности студента.

Таким образом, роль зачетных единиц не сводится к измерению академической нагрузки в более крупных единицах по сравнению с академическим часом. Их использование в учебном процессе имеет более широкое назначение. Зачетные единицы позволяют:

- учитывать для данной учебной дисциплины относительную значимость занятий различного вида: лекционных, семинарских, лабораторных и др.;
- определять значимость той или иной дисциплины, изучаемой студентом, и ее относительный вклад в средний балл, получаемый им по окончании определенного периода обучения;
- ранжировать студентов по итогам обучения и устанавливать индивидуальный рейтинг каждого из них.

Выставление отметок, носящих в известной степени субъективный характер, – важная и деликатная часть процесса обучения. В рамках ECTS (англ. *European Credit Transfer and Accumulation System* – Европейская система перевода и накопления баллов) была разработана оценочная шкала. Это сделано для того, чтобы облегчить понимание и сравнение отметок, выставленных в соответствии с разными национальными системами. Шкала не имеет национальной базисной точки и служит для объективной оценки способностей студента по отношению к способностям других студентов в той же системе. Цель введения шкалы оценок состоит не в том, чтобы заменить национальные системы, а в том, чтобы облегчить их понимание в других странах.

Оценочная шкала ECTS [2] базируется на ранге студента в некотором данном оценивании, который показывает степень его успеваемости относительно других студентов. Система ECTS классифицирует студентов по группам и таким образом упрощает ранжирование. Именно разбиение на группы является основой оценочной системы ECTS.

Система ECTS в начале подразделяет студентов на две группы – успевающие и неуспевающие – и затем результаты этих двух групп оцениваются по отдельности. Получившие проходные баллы делятся на пять подгрупп (табл. 1): лучшие 10% получают балл А, следующие 25% – балл В, следующие 30% – балл С,

следующие 25% – балл D и последним 10% выставляется балл E. Те, кто не достиг результатов, достаточных для получения проходного балла, делятся на две подгруппы: FX (неудовлетворительно – для получения кредита необходима некоторая дополнительная работа) и F (неудовлетворительно – требуется значительный объем дальнейшей работы). Такая дифференциация позволяет различать студентов, которые близки к получению проходного балла, и тех, кто демонстрирует очевидное отсутствие требуемых знаний и навыков.

Таблица 1
Оценочная шкала ECTS

Балл ECTS	Процент (%) успевающих студентов, обычно получающих этот балл	Комментарии
A	10	Использование слов типа «отлично» или «хорошо» больше не рекомендуется, поскольку они не вписываются в процентное ранжирование, принятое в шкале переноса баллов ECTS Grade Transfer Scale
B	25	
C	30	
D	25	
E	10	
FX	–	Неудовлетворительно – требуется некоторая дополнительная работа
F	–	Неудовлетворительно – требуется серьезная дополнительная работа

Степень дифференциации, показанная в отметках, различается не только между странами, но и в одной стране, а нередко и в одном учебном заведении. Если местные отметки различаются значительно, описание в терминах баллов ECTS делается просто. Имеется, однако, много примеров, когда местные отметки различаются меньше, чем отметки в оценочной шкале ECTS. Такие случаи разделяются на две категории в зависимости от того, позволяют ли первичные оценочные данные составить список ранжирования или нет. Если исходное оценивание может обеспечить список ранжирования, то эти ранги можно напрямую использовать для получения соответствующего балла ECTS.

Важным, на наш взгляд, аспектом рассматриваемого подхода является его привязка к возможностям информационных технологий. Далее проанализируем это на конкретных примерах.

Основная часть. В качестве иллюстрации анализируемой методики для комплексной итоговой оценки качества образования выбрана

условная дисциплина, в которой подлежат аттестации, например, следующие условные возможные разделы:

- лекция – дидактическая игра;
- лекция – кейс-технология;
- лекция – дискуссия;
- лабораторная работа № 1;
- лабораторная работа № 2;
- лабораторная работа № 3;
- экзамен,

а также:

- посещаемость лекций;
- выступление на семинаре;
- активность на занятиях;

– способность к социальному взаимодействию;

- творческое использование базовых знаний;
 - исследовательские навыки
- и не менее важные:

– склонность к плагиату (к сожалению, современные ИТ не только позволяют устанавливать факт плагиата, но сами по себе являют собой соблазн к плагиату);

– агрессивность (или склонность к конфликтам при работе в команде либо, напротив, способность улаживать конфликтные ситуации);

– высокомерие (порой высокомерие проявляется, когда человек получает некие знания и мнит себя самым умным).

При необходимости этот ряд можно расширить.

Для количественного описания качественных оценок будем использовать функцию принадлежности. Функция принадлежности – это некоторая невероятностная субъективная мера нечеткости, изменяющаяся в пределах от нуля до единицы. Функции принадлежности используются для задания неопределенностей типа: «приблизительно равно», «незначительная величина», «низкий уровень», «примерно равно», «около». В отличие от вероятностной меры, которая является оценкой стохастической неопределенности, нечеткая мера является численной оценкой лингвистической неопределенности, связанной с неоднозначностью и расплывчатостью категорий человеческого мышления. В основе функции принадлежности лежит понятие лингвистической переменной как способа формализации субъективного смысла качественных показателей.

Лингвистической переменной называется пятерка $(X, T(X), U, G, M)$, в которой: X – название переменной; $T(X)$ обозначает термножество переменной X , т. е. множество названий лингвистических значений переменной X , причем каждое из таких значений является нечеткой переменной x со значениями из универсального множества U с базовой пере-

менной u ; G – синтаксическое правило, порождающее названия x значений переменной X ; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной x ее смысл $M(x)$, т. е. нечеткое подмножество $M(x)$ универсального множества U . Конкретное название x , порожденное синтаксическим правилом G , называется термом.

Лингвистическая переменная отличается от числовой переменной тем, что ее значениями являются не числа, а слова или предложения в естественном или формальном языке.

Функция принадлежности определяет субъективную степень уверенности преподавателя (педагога) в том, что рассматриваемая отметка x по десятибалльной шкале соответствует содержательному смыслу нечеткого множества (в пределах от нуля до единицы).

Преобразование натуральных значений признака в соответствующие значения функции принадлежности носит название фазификации. Обратная операция называется дефазификацией.

Для компьютерной обработки результатов и оценки качества образования информация, содержащаяся в некотором, нерегламентированном в ВУЗах виде (или в обычных классных журналах), может быть легко [2] переведена в форму параметрических функциональных зависимостей:

- линейной (рис. 1);
- логистического правостороннего и левостороннего сигмоида (рис. 2);
- колоколообразной гауссовой функции (рис. 3).

Для взаимных переводов из четких значений оценок десятибалльной шкалы оцениваемых разделов дисциплины в нечеткие относительные единицы функции принадлежности с помощью термов рассмотрим на следующие примеры:

- лабораторная работа № 1:

$$T = \left\{ \frac{1}{0,1}, \frac{2}{0,2}, \frac{3}{0,3}, \frac{4}{0,4}, \frac{5}{0,5}, \frac{6}{0,6}, \frac{7}{0,7}, \frac{8}{0,8}, \frac{9}{0,9}, \frac{10}{1,0} \right\};$$

- выступление на семинаре:

$$T = \left\{ \frac{1}{0,1}, \frac{2}{0,2}, \frac{3}{0,2}, \frac{4}{0,3}, \frac{5}{0,3}, \frac{6}{0,5}, \frac{7}{0,8}, \frac{8}{0,9}, \frac{9}{1,0}, \frac{10}{1,0} \right\};$$

- агрессивность (возбудимость):

$$T = \left\{ \frac{1}{0,1}, \frac{2}{0,2}, \frac{3}{0,3}, \frac{4}{0,4}, \frac{5}{0,6}, \frac{6}{0,9}, \frac{7}{1,0}, \frac{8}{0,8}, \frac{9}{0,6}, \frac{10}{0,2} \right\};$$

- высокомерие:

$$T = \left\{ \frac{1}{1,0}, \frac{2}{0,9}, \frac{3}{0,8}, \frac{4}{0,7}, \frac{5}{0,6}, \frac{6}{0,4}, \frac{7}{0,3}, \frac{8}{0,2}, \frac{9}{0,1}, \frac{10}{0,1} \right\}.$$

Успеваемость по дисциплине (или вообще «успеваемость») проще всего фазифицировать с помощью линейной функции принадлежности. Привычные «тройки», «пятерки», «семерки» можно было бы перевести в значения функции принадлежности «0,3», «0,5», «0,7» путем простого умножения текущей отметки в баллах на 0,1. Тогда упростился бы обратный перевод значений комплексной оценки функции принадлежности в баллы (дефазификация) умножением их на 10. Прямолинейность исчезает при аттестации одинаковыми баллами решенных задач различной сложности и значимости. Кривизна вызывается включением понятия статистического веса критерия при вычислении значения суперкритерия (7). Поскольку использование статистических весов для комплексной оценки разнозначимых критериев является одной из основ концепции оценки качества образования, то от требования обязательности линейной зависимости можно отказаться в пользу применения нелинейных функций принадлежности.

Линейные функции принадлежности представляют собой обычный полином первой степени:

$$d = b_0 + b_1 \cdot x, \quad (1)$$

где x – текущая оценка в баллах.

Коэффициенты полинома вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} b_0 &= D1 - \frac{K1 \cdot (D2 - D1)}{K2 - K1}; \\ b_1 &= \frac{D2 - D1}{K2 - K1}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $K1$, $D1$, $K2$, $D2$ – попарные координаты двух точек на прямой для каждого оцениваемого признака.

Логистические сигмоиды описываются выражением

$$d = e^{-e^{Y(x)}}. \quad (3)$$

Показатель степени второй экспоненты представляет собой линейный полином:

$$Y(x) = b_0 + b_1 \cdot x, \quad (4)$$

где x – текущая оценка в баллах.

Коэффициенты полинома вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} b_0 &= -\frac{K1 \cdot (\ln(|\ln(D1)|) - \ln(|\ln(D2)|))}{K1 - K2} - \\ &\quad - \frac{\ln(|\ln(D1)|) \cdot (K1 - K2)}{K1 - K2}; \\ b_1 &= \frac{\ln \ln |D2| - \ln \ln |D1|}{K2 - K1}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $K1$, $D1$, $K2$, $D2$ – попарные координаты двух точек на логистической кривой для каждого оцениваемого признака (рис. 1).

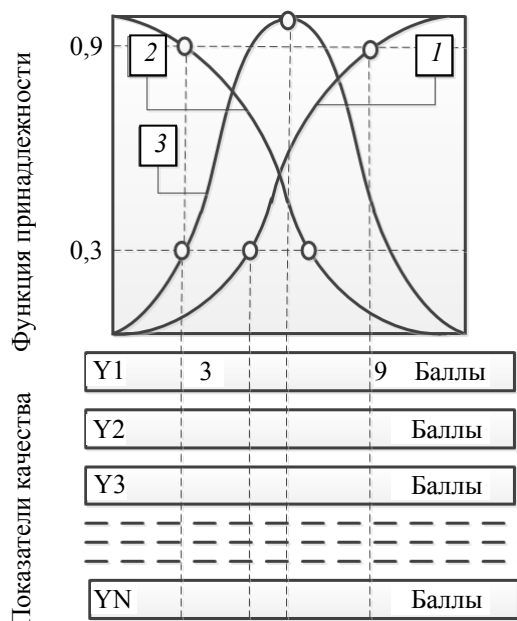


Рис. 1. Фазификация функции принадлежности:
1, 2, 3 – логистические кривые

Точка с координатами $K1$, $D1$ определяет крутизну кривой, причем координату $D1$ (ордината) предлагается закрепить на постоянном уровне $D1 = 0,3$, тогда $K1$ (натуральная шкала балльных оценок) будет определять нижнюю границу допустимых значений оцениваемого показателя (три балла в классическом оценивании). Ординату $D2$ также предлагается закрепить на уровне $D2 = 0,9$, тогда $K2$ будет характеризовать лучшие реально достижимые значения атрибута на уровне классической балльной девятки.

Колоколообразная частная функция принадлежности для критерия d с центром x_{opt} и вариацией x_{min} для обрабатываемого множества рассчитывается по формуле

$$d = \exp \left[- \left(\frac{x - x_{opt}}{x_{min}} \right)^2 \right]. \quad (6)$$

Комплексная оценка (суперкритерий) вычисляется по формуле [3]

$$D_i = \left(\prod_{j=1}^p d_{ij}^{S_j} \right)^{\frac{1}{\sum_{j=1}^p S_j}}, \quad (7)$$

где S_j – статистический вес (значимость) j -го критерия ($0 \leq S \leq 1$).

Ценной особенностью выражения (7) является возможность оценивания разнозначимых

критериев. Действительно, если для какого-нибудь критерия положить $S = 0$, то число в нулевой степени всегда будет равно единице, любое число, умноженное на единицу, остается самим собой, и поэтому такой критерий выбывает из дальнейшего рассмотрения. Чем больше значение полагаемого статистического веса (значимости) оцениваемого показателя, тем больше вклад этого критерия в комплексную оценку качества образования.

Таким образом, одинаковые средние баллы у нескольких студентов с учетом важности и сложности выполненных заданий, окажутся существенно разными, и, с нашей точки зрения, более полными и объективными. Полученный результат мы рассматриваем как стимул стремления обучаемых к решению более сложных и важных заданий.

В табл. 2 приведены примерные исходные данные для обработки.

Исходные данные подготавливаются в формате Excel.

Для автоматизации процесса численных оценок разработано специализированное программное средство. На рис. 2 представлен его интерфейс. Пояснения назначения рабочих окон размещены поверх их в соответствующих областях экрана.

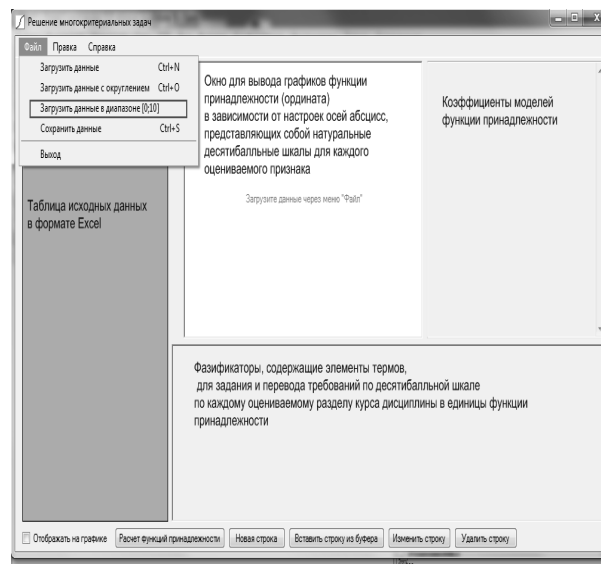


Рис. 2. Интерфейс программного средства

На рис. 3 представлен график функции принадлежности, в основу которой положена линейная зависимость с полным статистическим весом ($S = 1$) и термом $\left\{ \frac{3}{0,3}, \frac{9}{0,9} \right\}$.

На рис. 4 представлены графики линейной функции принадлежности с различными значениями статистического веса.

Таблица 2

Балльные оценки условных студентов по условным разделам дисциплины

Фамилии и имена студентов	Лекция – Дидактическая игра	Лекция – Кейс-технология	Лекция – Дискуссия	Посещаемость лекций	Выступление на семинаре	Активность на занятиях	Способность к социальному взаимодействию	Творческое использование базовых знаний	Исследовательские навыки	Склонность к плагиату	Агрессивность	Высокомерие	Возбудимость	Оптимизм	Лабораторная работа № 1	Лабораторная работа № 2	Лабораторная работа № 3	Экзамен
Студент 1	4	3	4	8	5	4	5	2	5	8	1	1	2	3	3	6	6	5
Студент 2	3	10	3	9	10	3	8	3	4	1	1	1	1	2	8	5	6	4
Студент 3	3	4	9	10	4	10	3	10	10	1	8	9	6	10	8	10	9	7
Студент 4	9	4	3	8	10	10	4	9	3	1	1	8	3	5	10	3	8	8
Студент 5	4	8	4	7	4	4	9	3	2	1	1	1	5	4	4	5	4	5
Студент 6	4	3	9	5	4	7	9	3	4	7	1	1	0	4	3	8	7	7
Студент 7	7	2	4	9	9	4	8	8	5	1	1	1	4	3	7	5	4	4
Студент 8	3	4	4	6	4	3	7	2	4	9	1	1	7	7	4	5	6	4
Студент 9	2	4	4	9	5	4	9	4	4	1	1	1	5	6	6	8	10	7
Студент 10	5	9	9	10	10	10	9	10	10	1	1	1	7	10	10	9	10	9
Студент 11	4	4	4	10	4	4	10	8	7	1	1	8	4	6	3	10	4	4
Студент 12	8	4	4	8	4	4	9	4	3	1	1	1	2	4	3	9	6	7
Студент 13	4	4	4	10	3	4	8	4	4	1	6	1	1	5	3	5	6	8
Студент 14	4	4	4	9	4	4	10	9	6	1	1	1	3	4	10	7	5	6
Студент 15	4	4	4	10	10	8	10	3	9	4	1	10	9	5	9	10	9	4
Студент 16	4	4	4	10	4	5	9	3	4	1	1	1	3	3	5	5	10	8
Студент 17	4	9	4	10	4	4	9	7	3	1	1	1	5	6	7	3	3	4
Студент 18	4	3	10	10	10	10	7	4	9	2	1	1	10	10	6	10	8	10
Студент 19	4	4	3	5	3	3	10	3	5	9	1	1	6	7	5	4	8	5
Студент 20	4	3	4	9	2	3	9	5	2	1	7	7	6	7	4	6	8	8
Студент 21	4	4	4	10	4	4	8	6	6	0	1	1	4	5	3	4	10	4
Студент 22	10	9	9	10	10	10	8	10	10	3	1	1	9	10	8	9	9	8
Студент 23	4	4	4	8	4	3	9	6	1	10	1	1	5	4	4	4	4	6
Студент 24	4	4	4	9	3	4	10	4	8	1	9	1	4	3	6	9	7	6
Студент 25	4	4	8	8	2	9	10	8	0	1	1	6	3	2	3	7	7	8

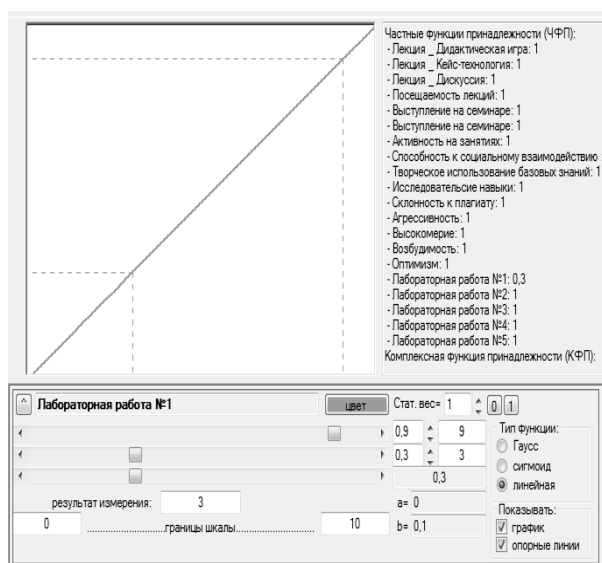


Рис. 3. График линейной функции принадлежности

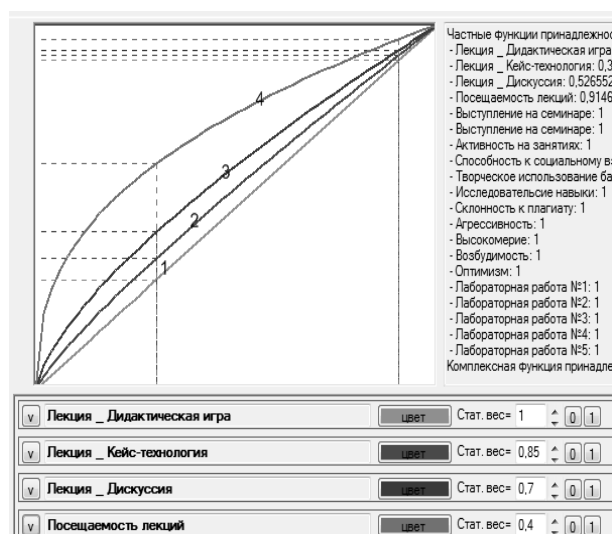


Рис. 4. Графики линейной функции принадлежности с различными значениями статистического веса

Из рис. 4 следует, что педагог уделяет наибольшее внимание и считает самым ценным знания, полученные и продемонстрированные студентами в процессе проведения лекции в форме дидактической игры. При уменьшении значений статистического веса графики функции принадлежности искривляются, уменьшая тем самым вклад параметра в комплексную оценку. Можно даже почувствовать личность педагога: «Уверен в себе – пожалуйста, можно сдавать и экстерном, не посещая занятий. С уважением и без обид будет принято такое решение студента».

Подобную же тенденцию при изменении статистических весов можно наблюдать, если в качестве функции принадлежности выбрать правосторонний логистический сигмоид.

Однако наибольшими возможностями по широте диапазона и гибкости формализации требований к качеству образования по дисциплине обладают настройки не только назначением различных значений статистическим весам, но и сочетанием формирования соответствующих термов (рис. 5).

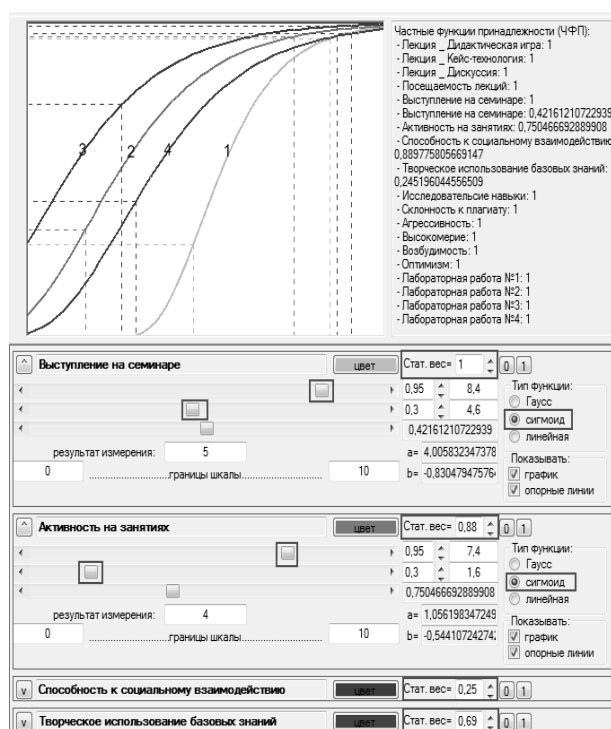


Рис. 5. Настройки с помощью термов и статистических весов (чем больше, тем лучше)

Очевидно, что наибольшей ценностью и наибольшей строгостью обладает оценка выступления на семинаре. Несмотря на важность раздела «активность на занятиях» (статистический вес 0,88) установленный терм $\left\{ \frac{1,6}{0,3}, \frac{7,4}{0,95} \right\}$ позволяет расценить требования к этому разделу

как «умеренные» или «либеральные», поскольку занижает требования в начале шкалы (всего 1,6 балла составит уже 0,3 функции принадлежности) и завышает ценность низких баллов в конце шкалы (7,4 балла будет соответствовать 0,95 относительных единиц функции принадлежности).

Рис. 6 показывает, как можно настроить требования в случаях, когда повышение балльной оценки за раздел приводит к ухудшению качества образования (чем больше, тем хуже).

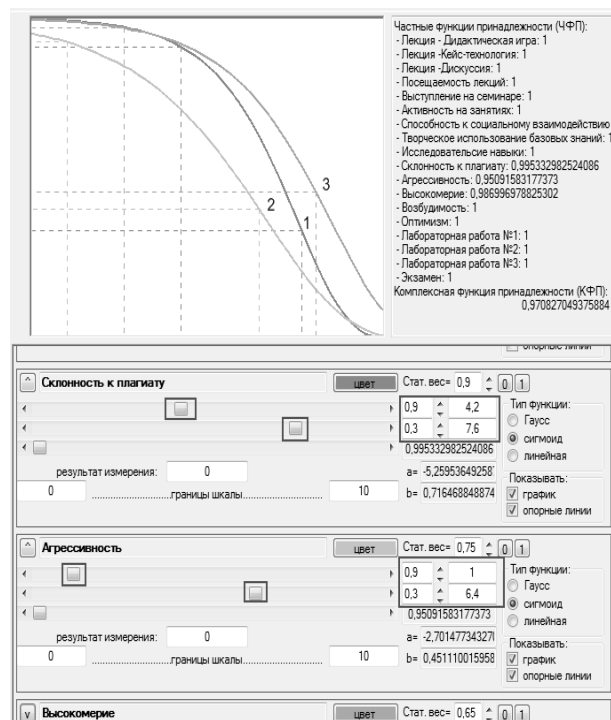


Рис. 6. Настройки с помощью левостороннего сигмоида (чем больше, тем хуже)

Следует обратить внимание на расположение «ползунков» на осях абсцисс. На рис. 5 верхние «ползунки» – справа, а на рис. 6 верхние «ползунки» – левее нижних. Отличаются и их термы: для раздела «Склонность к плагиату» терм выглядит так $\left\{ \frac{7,6}{0,3}, \frac{4,2}{0,9} \right\}$, а для «Агрес-

сивности» оценки строже – $\left\{ \frac{6,4}{0,3}, \frac{1,0}{0,9} \right\}$, но важнее считается «Склонность к плагиату» (статистический вес $S = 0,9$).

На рис. 7 показан вариант настройки функции принадлежности для оценки признака с двухсторонними ограничениями. В качестве примера выбрано такое свойство личности, как возбудимость. Низкие балльные оценки этого критерия свидетельствуют о некоторой заторможенности студента. Высокие балльные оценки

обычно выставляются людям, склонным к истерическому поведению, поэтому тоже не являются примером для поощрения в процессе воспитания. Самым важным этапом настройки этого признака является выбор эталона, отклонения значений от которого в обе стороны считаются нежелательными. На рис. 7 таким эталоном выбрано значение 6,4 балла. Крутизна кривой задается перемещением нижнего ползунка. На рис. 7 значением функции принадлежности 0,3 выбрано значение 2,4 балльной оценки. Чем круче задана кривая, тем жестче требования по соответствию эталону.

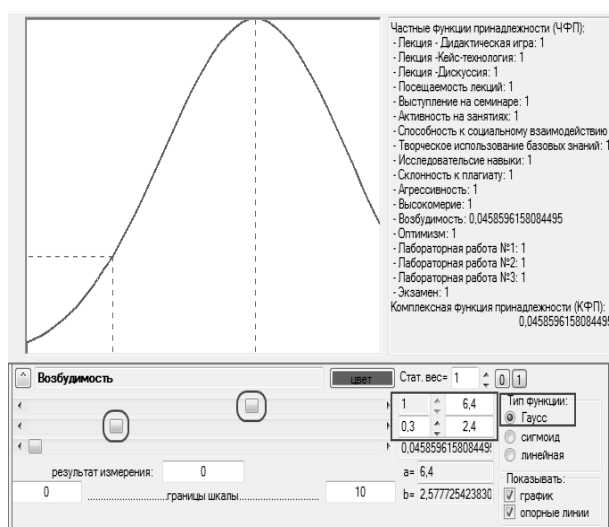


Рис. 7. Настройки с помощью функции Гаусса (отклонения в обе стороны от идеала не желательны)

На рис. 3–7 показаны фрагменты примеров настроек индивидуальных критериев, которые входят в комплексную оценку качества образования.

Начало работы с программой показано на рис. 8. При активировании строки «Загрузить данные в диапазоне [0;10]» из выпадающего списка следует указать путь к файлу исходных данных (табл. 2), которые должны быть заранее подготовлены в среде Excel. Загрузка произойдет автоматически.

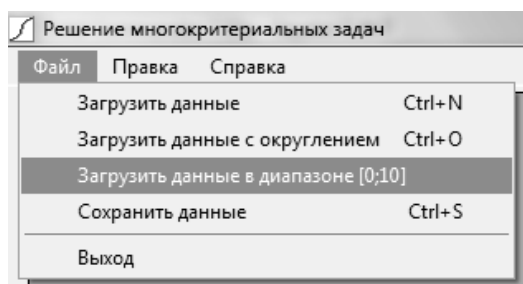


Рис. 8. Выпадающее меню загрузки данных

Программа позволяет обрабатывать не только дискретные данные наблюдений и измерений, но и числовой формат с любой разрядностью мантиссы. При необходимости коррекции введенных данных предусмотрено использование встроенного редактора (рис. 9).

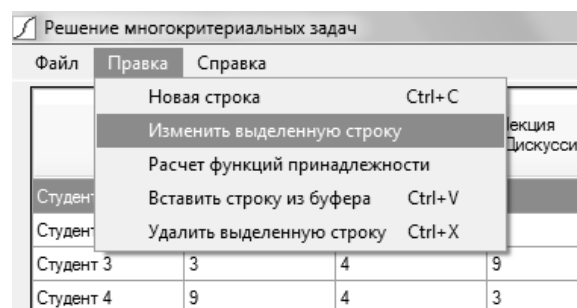


Рис. 9. Редактор данных

На рис. 10 показан математико-графический образ качества образования по дисциплине с настройками требований по всем показателям со свернутыми шкалами. Настройка требований с помощью ползунков и задание значений статистического веса обеспечивают простоту использования разработанного программного средства. Описанные настройки с помощью графических редакторов программно сохраняются в формате Excel (табл. 3).

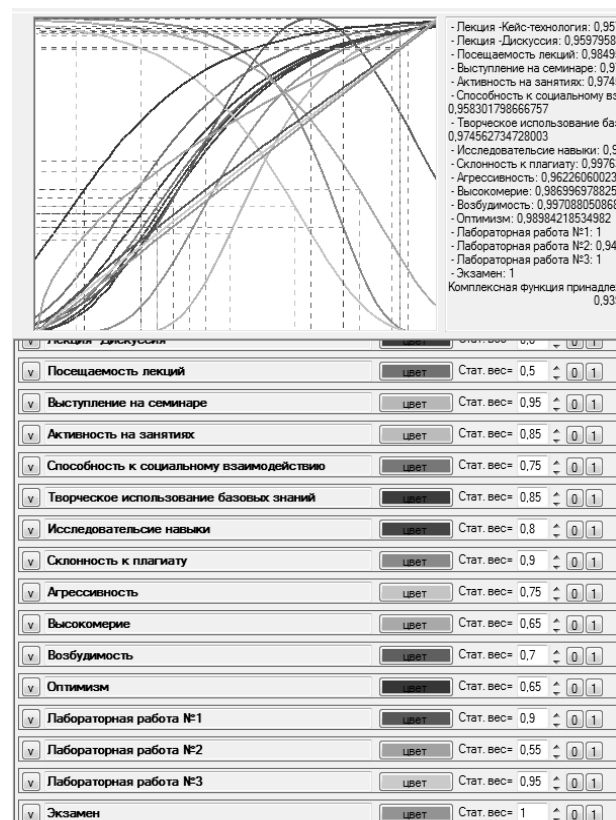


Рис. 10. Математико-графический образ качества образования по дисциплине

Таблица 3

Настройки требований к качеству образования по дисциплине

Лекция _ Дидактическая игра	Тип функции	Линейная	Стат. вес	1,0
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Лекция _ Кейс-технология	Тип функции	Линейная	Стат. вес	0,85
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Лекция _ Дискуссия	Тип функции	Линейная	Стат. вес	0,7
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Посещаемость лекций	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,4
	Опорные точки	0,3	3,8	–
		0,95	8	
Выступление на семинаре	Тип функции	Линейная	Стат. вес	1
	Опорные точки	0,3	4,6	–
		0,95	8,4	
Активность на занятиях	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,9
	Опорные точки	0,3	0,4	–
		0,95	6,6	
Способность к социальному взаимодействию	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,85
	Опорные точки	0,3	4,4	–
		0,95	8,2	
Творческое использование базовых знаний	Тип функции	Линейная	Стат. вес	0,95
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Исследовательские навыки	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,72
	Опорные точки	0,3	1,4	–
		0,95	8,4	
Склонность к плагиату	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	1
	Опорные точки	0,3	7,6	–
		0,9	4,2	
Агрессивность	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,9
	Опорные точки	0,3	6,4	–
		0,9	1,0	
Высокомерие	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,25
	Опорные точки	0,3	6	–
		0,95	1	
Возбудимость	Тип функции	Гаусс	Стат. вес	0,7
	Опорные точки	0,3	2,4	–
		1	6,4	
Оптимизм	Тип функции	Сигмоид	Стат. вес	0,63
	Опорные точки	0,3	2,8	–
		0,95	9	
Лабораторная работа № 1	Тип функции	Линейная	Стат. вес	0,85
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Лабораторная работа № 2	Тип функции	Линейная	Стат. вес	0,9
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Лабораторная работа № 3	Тип функции	Линейная	Стат. вес	0,95
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	
Экзамен	Тип функции	Линейная	Стат. вес	1,0
	Опорные точки	0,3	3	–
		0,9	9	

На рис. 11 показано главное окно разработанного программного средства [3], все области

которого заполнены соответствующей информацией.

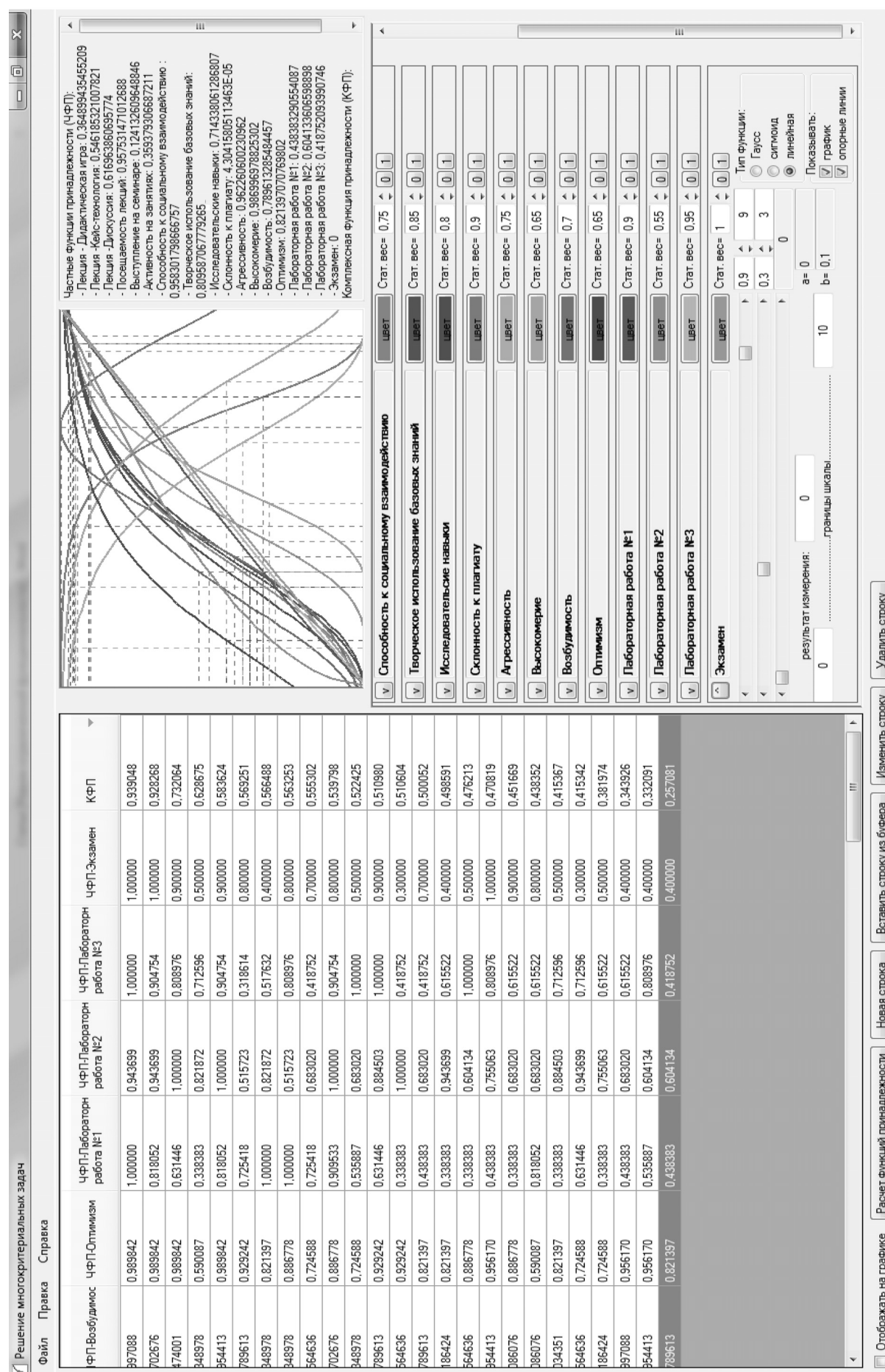


Рис. 11. Вид рабочего окна интерфейса при выдаче результата

Таблица 4

Таблица данных для анализа результатов

Номер студента по списку	Балльная оценка	Ранжированный ряд по знаниям	Индивидуальный рейтинг по знаниям	Ранжированный ряд по итоговой оценке	Индивидуальный рейтинг по итоговой оценке	Лекция – Дидактическая игра	Лекция – Кейс-технология	Лекция – Дискуссия	Посещаемость лекций	Выступление на семинаре	Активность на занятиях	Способность к социальному взаимодействию	Творческое использование базовых знаний	Исследовательские навыки	Склонность к платягу	Агрессивность	Высокомерие	Возбудимость	Оптимизм	Лабораторная работа № 1	Лабораторная работа № 2	Лабораторная работа № 3	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Студ. 1	4,111	Студ. 22	8,000	Студ. 10	9,347	9,849	9,573	9,598	9,850	9,773	9,746	9,583	9,746	9,760	9,976	9,623	9,870	9,971	9,898	10,0	9,437	10,0	10,0
Студ. 2	4,444	Студ. 10	7,833	Студ. 22	8,784	9,774	9,573	9,598	9,850	9,773	9,746	9,316	9,746	9,760	9,976	9,623	9,870	7,027	9,898	8,181	9,437	9,048	10,0
Студ. 3	7,722	Студ. 3	7,722	Студ. 18	7,307	3,649	3,594	9,753	9,850	9,773	9,746	8,888	5,462	9,598	9,940	9,623	9,870	4,740	9,898	6,314	10,0	8,090	9,000
Студ. 4	5,611	Студ. 18	6,889	Студ. 9	6,612	3,649	5,462	9,350	9,575	9,524	9,573	9,747	9,289	5,660	9,976	9,623	7,841	3,490	5,901	3,384	8,219	7,126	5,000
Студ. 5	4,278	Студ. 15	6,722	Студ. 4	6,316	1,503	5,462	9,598	9,850	9,773	9,746	4,054	9,746	9,760	9,976	1,002	2,456	9,544	9,898	8,181	10,0	9,048	9,000
Студ. 6	4,667	Студ. 4	5,611	Студ. 7	6,275	3,649	9,573	6,170	9,850	1,241	5,462	9,583	8,826	3,817	9,976	9,623	9,870	7,896	9,292	7,254	5,157	3,186	8,000
Студ. 7	4,667	Студ. 20	5,500	Студ. 14	6,251	3,649	5,462	6,170	9,747	1,241	5,462	9,747	9,573	8,197	9,976	9,623	9,870	3,490	8,214	10,0	8,219	5,176	4,000
Студ. 8	4,500	Студ. 25	5,500	Студ. 15	6,228	9,580	5,462	4,535	9,575	1,241	9,746	5,811	9,573	3,817	9,976	9,623	4,572	3,490	8,868	10,0	5,157	8,090	8,000
Студ. 9	5,056	Студ. 11	5,278	Студ. 17	6,054	8,592	1,770	6,170	9,747	1,241	5,462	9,316	9,289	7,143	9,976	9,623	9,870	5,646	7,246	7,254	6,830	4,188	7,000
Студ. 10	7,833	Студ. 24	5,222	Студ. 21	5,796	3,649	5,462	6,170	9,850	1,241	9,289	9,747	3,594	9,598	9,624	9,623	0,806	7,027	8,868	9,095	10,0	9,048	8,000
Студ. 11	5,278	Студ. 9	5,056	Студ. 16	5,794	3,649	5,462	6,170	9,850	1,241	6,995	9,583	3,594	5,660	9,976	9,623	9,870	3,490	7,246	5,359	6,830	10,0	5,000
Студ. 12	4,389	Студ. 14	5,000	Студ. 5	5,654	0,284	5,462	6,170	9,747	1,241	5,462	9,583	5,462	5,660	9,976	9,623	9,870	7,896	9,292	6,314	8,845	10,0	9,000
Студ. 13	4,611	Студ. 17	4,944	Студ. 12	5,606	3,649	5,462	6,170	9,850	1,241	5,462	9,747	9,289	8,891	9,976	9,623	4,572	5,646	9,292	3,384	10,0	4,188	3,000
Студ. 14	5,000	Студ. 19	4,722	Студ. 11	5,532	3,649	9,289	6,170	9,292	1,241	5,462	9,583	3,594	1,960	9,976	9,623	9,870	7,896	8,214	4,384	6,830	4,188	7,000
Студ. 15	6,722	Студ. 6	4,667	Студ. 2	5,379	9,224	5,462	6,170	9,575	1,241	5,462	9,583	5,462	3,817	9,976	9,623	9,870	1,864	8,214	3,384	9,437	6,155	4,000
Студ. 16	4,500	Студ. 7	4,667	Студ. 25	5,288	3,649	5,462	6,170	9,850	0,120	5,462	9,316	8,096	8,197	9,976	9,623	9,870	5,646	8,868	3,384	6,041	10,0	5,000
Студ. 17	4,944	Студ. 23	4,667	Студ. 24	4,926	3,649	3,594	6,170	9,747	1,241	3,594	9,583	6,995	1,960	9,976	2,774	6,465	9,544	9,562	4,384	7,551	8,090	10,0
Студ. 18	6,889	Студ. 13	4,611	Студ. 19	4,893	3,649	5,462	6,170	9,850	1,241	5,462	9,316	5,462	5,660	9,976	4,893	9,870	0,861	8,868	3,384	6,830	6,155	9,000
Студ. 19	4,722	Студ. 21	4,611	Студ. 13	4,870	1,503	9,746	4,535	9,747	1,241	3,594	9,316	3,594	5,660	9,976	9,623	9,870	0,861	5,901	8,181	6,830	6,155	8,000
Студ. 20	5,500	Студ. 8	4,500	Студ. 20	4,794	3,649	3,594	9,598	8,104	1,241	8,826	9,583	3,594	5,660	5,375	9,623	9,870	0,344	8,214	3,384	8,845	7,126	5,000
Студ. 21	4,611	Студ. 16	4,500	Студ. 3	4,167	3,649	5,462	6,170	9,747	1,241	5,462	9,747	5,462	9,329	9,976	0,161	9,870	5,646	7,246	6,314	9,437	7,126	3,000
Студ. 22	8,000	Студ. 2	4,444	Студ. 23	4,009	3,649	3,594	6,170	9,575	1,241	5,462	7,216	1,770	7,143	2,079	9,623	9,870	1,864	7,246	3,384	7,551	6,155	5,000
Студ. 23	4,667	Студ. 12	4,389	Студ. 8	3,947	1,503	5,462	6,170	8,832	1,241	3,594	8,888	1,770	5,660	0,188	9,623	9,870	9,971	9,562	4,384	6,830	6,155	4,000
Студ. 24	5,222	Студ. 5	4,278	Студ. 6	2,182	3,649	5,462	4,535	8,104	0,120	3,594	9,747	3,594	7,143	0,188	9,623	9,870	9,544	9,562	5,359	6,041	8,090	4,000
Студ. 25	5,500	Студ. 1	4,111	Студ. 1	2,175	3,649	5,462	6,170	9,575	1,241	3,594	9,583	8,096	7,143	0,000	9,623	9,870	7,896	8,214	4,384	6,041	4,188	4,000

Чтобы облегчить анализ полученных результатов, на основе рис. 12 была создана таблица (табл. 4), информация в первых двух колонках которой представляет собой традиционную запись средних арифметических значений балльных оценок студентов по дисциплине. Хотя классической информативностью приведенные сведения не обладают, поскольку пять признаков отличаются от прямой пропорциональной зависимости. Две последующие колонки (третья и четвертая) содержат ранжированные данные, полученные на основе двух предыдущих колонок, которые позволяют выявить лидера (студент 22) и получить упорядоченную последовательность индивидуальных рейтингов студентов. Пятая и шестая колонки отличаются от третьей и четвертой тем, что оценки качества образования студентов получены по описанной методике. Но теперь уже информация объективно отображает реальную действительность, т. к. при расчете учтены прямая и обратная пропорциональность и зависимость с ограничениями в обе стороны. Для сопоставимости балльных оценочных шкал колонки 6–24 получены путем умножения на 10 всех рассчитанных значений частных функций принадлежности (рис. 10). Два самых сильных студента в рейтинге поменялись местами. Студент 22 перешел на второе место, а лидером стал студент 10. Студент 10 превзошел бывшего лидера по самообладанию (возбудимости), по способности к социальному взаимодействию и выполнению лабораторных работ повышенной сложности и значимости. Студент 3, занимавший третью позицию в традиционном рейтинге, из-за агрессивности переместился на 21-е место. Студент 8, Студент 6 и Студент 1 занимают три последних места по причине склонности к плагиату,

Заключение. Как видим, международное образовательное пространство интенсивно развивается. Европейское сообщество через реализацию Болонского процесса стремится к созданию глобальной стратегии образования человека, важным элементом которой является оценочная шкала ECTS. Кроме того, университетское образование приобретает черты поликультурного образования. Оно призвано развивать у обучаемого способность оценивать явления с позиции другого человека, разных культур. Таким образом, по существу создается поликультурная среда, предполагающая свободу культурного самоопределения будущего специалиста и обогащения его личности. По большому счету мы имеем дело с тем, что положено в основу отечественной (еще советской) системы образования и воспитания: подготовка высококлассного специалиста и гражданина.

Вместе с тем инновационный характер современного образовательного процесса и его интернационализация требуют от нас совершенствования многих составляющих этого процесса. Включение в комплексную оценку качества образования (в рамках, например, системы менеджмента качества) дисциплинарных и личностных блоков позволит, на наш взгляд, изменить отношение студентов не только к усвоению необходимого объема знаний, но позволит сделать выпускника более коммуникабельным и воспитанным.

Понятно, что тяжело «оцифровать» чувства или эмоции человека. Будем считать, что предлагаемая нами методика и ее перевод на рельсы программного продукта помогут заинтересованному преподавателю сформировать свою позицию и найти иные подходы по решению задач, которые ставятся сегодня перед отечественной системой образования.

Литература

1. Приказ Министерства образования Республики Беларусь 27.05.2013 № 405 / Бел. гос. ун-т: сайт. URL: <http://www.bsu.by/sm.aspx?guid=155043> (дата обращения: 25.06.2014).
2. Методические рекомендации по внедрению в вузе системы зачетных единиц (кредитов) / Государственный университет управления; Центр качества; сост.: О. В. Давыдова, В. И. Звонников, М. Б. Челышкова. М.: ГУУ, 2010. 50 с.
3. Колесников В. Л., Бракович А. И., Жук Я. А. Фашификация и дефашификация данных при решении многокритериальных задач // Труды БГТУ. 2014. № 6: Физико-математические науки и информатика. С. 125–127.

References

1. *Prikaz Ministra obrazovaniya Respubliki Belarus' 27.05.2013 № 405* [Order of the Minister of Education of Belarus 27.05.2013 No. 405]. Available at: <http://www.bsu.by/sm.aspx?guid=155043> (accessed 25.06.2014).
2. *Metodicheskie rekomendatsii po vnedreniyu v vuze sistemy zachetnykh edinit (kreditov)* [Guidelines for the implementation of the university system of credits]. Moscow, GUU Publ., 2010. 50 p.

3. Kolesnikov V. L., Brakovich A. I., Zhuk Ya. A. Fuzzification and defuzzification and data solutions, SRI multicriteria problems. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 6: Physical-mathematical sciences and informatics, pp. 125–127 (in Russian).

Информация об авторах

Колесников Виталий Леонидович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Kolesnikov@belstu.by

Урбанович Павел Павлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем и технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: pav.urb@yandex.by

Information about the authors

Kolesnikov Vitaliy Leonidovich – D. Sc. Engineering, Professor, Professor, Department of Information Systems and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Kolesnikov@belstu.by

Urbanovich Pavel Pavlovich – D. Sc. Engineering, Professor, Head of the Department of Information Systems and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pav.urb@yandex.by

Поступила 26.02.2015